中華農業研究 27(3):223～227 (1978).

綠豆芽施用植物荷爾蒙生產之研究[1]

林 瑞 松[2]

摘要：本研究之主要之目的爲探討使用適當植物荷爾蒙栽培綠豆芽，以提高產量和品質。依外觀觀察，綠豆芽彎鉤部位可作鑑定處理別之檢定關鍵。蛋白質測定以 Ethrel (2-chloroethyl phosphonic acid) 及 2,4-D (2,4-Dichloro phenoxyacetic acid) 之處理均可提高蛋白質含量。掃描式電子顯微鏡觀察顯示，Ethrel 及 2,4-D 均可使下胚軸之皮層細胞擴大。本文建議綠豆芽以 Ethrel 10 ppm 處理具有商業利用價值且無藥劑殘餘量對人體健康可謂無虞。

綠豆芽 (mung bean sprouts) 在今日工業社會中，被人們認爲是最乾淨的蔬菜。近年來更有冷凍及造罐產品外銷，產量日增，尤其颱風或因旱季節更顯出其重要性。目前消費者之需求量甚多，因此栽培者已不用過去古老方法—即以浸泡 8 ～ 12 小時之種子撒播於有水孔之大水缸中，上覆以厚蔴布袋，置於室內陰暗之處，每隔 4 ～ 5 小時澆水一次。今另有應用電子自動控制水分來栽培，但是品質較差，且芽體細長。更有不肖業者擅將用水中摻些 2-4-D (2,4-Dichloro phenoxy acetic acid) 之物質，期提高品質。蓋 2,4-D 物質有殘餘毒害，尤其蔬菜採收前一週絕對禁止噴用，已曾由衛生機關公布在案。故綠豆芽使用 2,4-D 對人體之健康至感堪虞，提高綠豆芽生產之品質使用適當生長調節劑，確爲當前研究之首要。如何使綠豆芽之芽體豐滿肥大及品質爽脆亦爲本研究之目的。並以肉眼檢定綠豆芽之外觀，期能尋求各處理之特徵判斷何種之處理，易使購買者之識別以保障購買者之安全感。

乙烯被認爲有使豌豆幼芽產生三種反應 (triple response) 即植株高度變矮，莖之直徑增加，主根生長被抑制現象 [3]，因此本試驗採用乙烯釋放劑—Ethrel。並施用 2,4-D 爲比較，以測定研究其品質。

材料與方法

供試材料係一般業者採用之綠豆，購自萬華康定路一帶之種子行。綠豆來源係自泰國進口爲綠色種皮之種子。

一、2,4-D 與 Ethrel 處理綠豆芽之方法：

每 6 克爲一組，先行浸種 14 小時完成催芽，再移至底部舖有一層尼龍網之 4 寸素燒花缽中，舖種後，待發芽長度至 1.5 cm (約發芽後 36 小時)，分別以 2,4-D 藥劑 100，150，300μM 度 Ethrel 5，10，20 ppm 與等濃度噴用，並設有無藥劑處理對照組，均保持水分之供給，並控制濕度在80%，溫度 25 °C。花缽外罩以厚蔴布袋，三天後收穫，檢定 2,4-D 處理與 Ethrel 處理之外觀，並區別其特徵。

---

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 第 842 號。本研究承臺大電子顯微鏡舘，輔大生物研究所提供設備，蒙張喜寧博士、扈伯爾博士指教，謹此致謝。
2. 本所園藝系技佐。

二、品質之測定與解剖：

(一) 蛋白質之測定：採用胜類的雙脲反應 (Biuret reaction for peptides) [9] 測其 Spectronic 20 光電光度計 546 nm 下之 O. D，標準蛋白質溶液之定量及標準曲線用牛蛋白 (bovine serum albumin) 製得。

(二) 掃描式電子顯微鏡觀察：於各處理中，取發芽後 3 日之綠豆芽爲材料，取其下胚軸最粗部位之橫切面，厚度 0.5 公分。材料取後，以蒸餾水洗滌，先置於卡氏固定液 [5]，歷 24 小時，後以 cacodylate solution 緩衝液洗滌，再以 2.5% 。鋨酸固定 [12]，歷時 2 小時，使材料呈褐色。後脫乾燥，爲避免一些人爲的結果 (artifact)，採用化學方法即酒精脫水法 [1]，及物理方法即臨界點乾水燥法 (critical point method) [6]，因本材料爲非導電性，最後再以金屬蒸著法避免表面產生放電 (charge up) 現象 [7, 8]，使用 JSM-35 之掃描式電子顯微鏡拍照。

結果與討論

一、2,4—D 與 Ethrel 處理綠豆芽之檢定結果：

(一)二處理者之共同特徵：根之生長減慢且伸長部肥大。側根形成受促進，根毛形成加多Burg 與 Apelbaum [2] 解釋說此作用很可能是由於乙烯抑制了 auxin 之側向及其他方向之轉運，使 auxin 之量累積而影響到側根之發生。 2,4-D 的效果亦同，下胚軸呈腫脹現象，未經處理者芽體纖弱細長，沒有經濟價值。Sargent, Atack 與 Osborne [10] 以豌豆爲材料亦呈此現象。Eisinger 與 Burg [4] 表示豌豆經處理後，凡是乙烯及 2,4-D 處理者，其腫脹處之細胞壁均有另一種小纖維之排列方式，此改變即是纖維素在光學顯微鏡下明暗帶的變化。正常情形之 optical birefringence 現象消失。至於綠豆芽是否有此現象，有待更深入之研究。

(二) 二處理者之相異特徵：Ethrel 處理者，其彎鈎捲曲 (hook closure) 部位捲得很緊，而 2,4-D 處理者。。捲曲部位呈開張狀，此情況 Sargent, Andrew 與 Osborne [11] 以豌豆爲材料亦發現上述之情形。此種現象可作豆科植物是否有經處理之生物檢定。消費者亦可據此形態爲拒購之參考，以免 2,4-D 餘毒之安全。

二、品質之測定與解剖：

1.蛋白質之含量：由表 1 顯示 Ethrel 可使綠豆芽之蛋白質含量增加且隨濃度之增高而增加。表 2 顯示 2,4-D 處理亦有同樣趨勢。

表 1. 綠豆芽經 Ethrel 處理後之蛋白質含量

Table 1. The protein content of mung bean sprouts treated with Ethrel

	CK	2.5 ppm	5 ppm	10 ppm	20 ppm
每百克鮮重含有量 (g)	2.23	2.35	2.45*	2.60**	2.68**
百 分 比 %	100	105	110	116	120

L. S. D. at 5%=0.27, 1%=0.33

表 2. 綠豆芽經 2,4-D 處理後之蛋質含有量

Table 2. The protein content of mung bean Sprouts treated with 2,4-D

	CK	100μM	150μM	200μM	300μM
每百克鮮重含有量 (g)	2.23	2.32	2.41*	2.55**	2.67**
百 分 比 %	100	104	109	114	119

L. S. D. at 5%=0.20, 1%=0.30

2.掃描式電子顯微鏡之觀察：由圖2、3、4之比較，Ethrel 處理使細胞擴大，前示圖 1 其外觀有腫脹現象，2,4-D 處理亦有同樣趨勢。經以 S. E. M. 利用掃描計算細胞層數均相同，因此可以確定 Ethrel 及 2,4-D 處理，使綠豆芽發生肥大現象，純粹是細胞擴大，並非細胞層數增加。

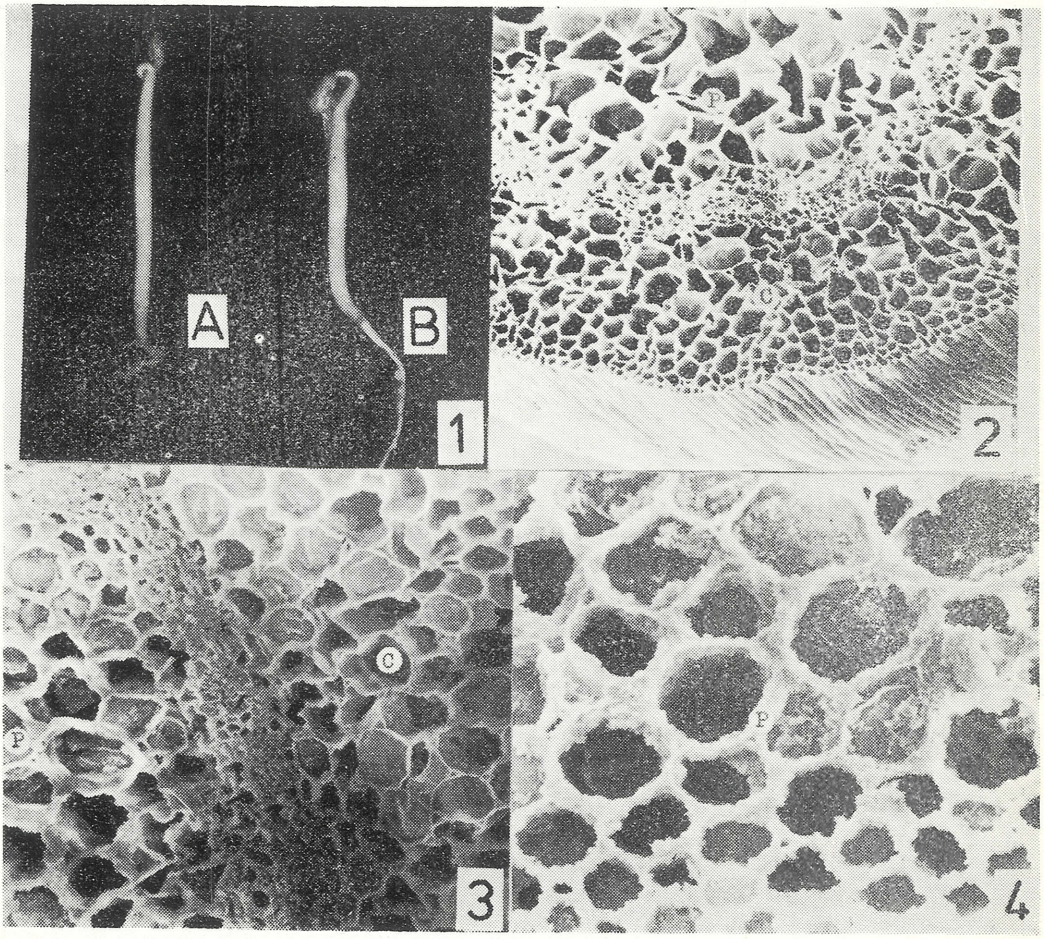

圖 **1.** 綠豆芽經 Ethrel(A, 20 ppm)與 2,4-D (B, 150 μm)處理後之比較：圖 **2.** 未經處理之綠豆芽（3天）下胚軸橫斷面 (250 X). P=Pith, C=Cortex. 圖 **3.** Ethrel 10 ppm 處理3天綠豆芽之胚軸橫斷面 (250 X). 圖 **4.** 2,4-D 150 μm 處理3天綠豆芽之下胚軸橫斷面 (250 ×).

Fig. 1. The comparision of mung bean sprout treated with Ethrel (A, 20 ppm) and 2,4-D (B, 150 μm) . **Fig. 2.** Cross section of hypocotyl of 3-day old control mung bean sprouts (250 X). P=Pith, C=Cortex. **Fig. 3.** Cross section of 3-day old mung bean sprout treated with Ethrel 10 ppm (250 X). **Fig. 4.** Cross section of 3-day old mung bean sprout treated with 2,4-D 150 um (250 X).

綜上所述結果，2,4-D 與 Ethrel 處理均有使綠豆芽肥大，提高品質之效果，惟 2,4-D 係列爲禁止使用於清潔蔬菜，尤其速成之芽菜類。而 Ethrel 根據美國 Amchem 公司之 Ethrel 毒性試驗報告，其對鼠之口服急性致死半量 LD_{50}=5,000～7,000 mg/kg，對魚之毒性 72 小時之 TLm= 290 ppm 故其毒性極低。況且 Ethrel 在 pH 於4時即行分解，而一般植物細胞之 pH 均大於4。

因此綠豆芽所需使用濃度僅 10 ppm，似可不必顧慮殘餘量，今工業化社會裡，綠豆芽之生產似可淘汰古法一物理壓加栽培。禁止濫用荷爾蒙劑，俗云「與其縱惡虎傷人，不如馴虎以順人」愼用荷爾蒙劑確應特別注意，故筆者建議生產綠豆芽可以使用 Ethrel ，以配合電子自動化控制栽培之方法。

參考文獻

1. Anderson, T. F. 1951. Technique for the preservation of three dimensional structure in prepaicing specimens of the electron microscope. Trans. N. Y. Acad. Sci. 13 : 130–134.
2. Burg, S. P. , A. Apelbaum. , W. Eisinger and B. G. Kang. 1971. Physiology and mode of action of ethylene. Hortscience 6 : 359–364.
3. Crocker, W. , L. I. Knight. and R. C. 1970. Effect of various gases and vapors upon the etiolated seedling of the sweet pea. Science 31 : 635–636.
4. Eisinger, W. R. and S. . P. Burg, 1972. Ethylene induceed pea internode sweeling. Plant physiol. 50 : 517–517.
5. Karnovsky, M. J. 1965. A formaldhyde-glutaraldehyde fixation of higher osmolarity for use in electron microscopy. J. cell. Biol. 27 : 137A–138A.
6. Kho, Y. O. and S. P. Bear. 1968. Observation pollen tubes by means of fluroescence. Euphytica 17 : 298–302.
7. Kimato, S. 1972. The scanning microscope as a system JEOL. News 10e : 2–31.
8. Lewis, L. N. and J. E. Varmer. 1970. Synthesis of cellulose during abscission of Phasolus vulgaris leaf. Plant physiol. 46 : 194–199.
9. Official methods of Analysis of the A. O. A. C. 1960. p661–665.
10. Sargent, J. A. , A. V. Atack and D. J. Osborne. 1973. Orientation of cell growth in etiolated pea stem. Planta 109 : 185–192.
11. Sargent, J. A. , A. V. Atack and D. J. Osborne. 1974. Auxin and ethylene control of growth in epidermal cell of Pisum sativum. A biophasic response to auxin. Planta 115 : 213–225.
12. Trump, B. F. and R. E. Bulger. 1966. New ultrastructural characteristics of cell fixed in a gluta-raldehydeosmium tetraoxide mixture. Lab. Inst. 15 : 368.

Studies on the prodution of mung bean sprouts with the plant hormone [1]

by Ruey-Song Lin

Summary

A study for promoting quality and yield mung bean sprout cultivation with the excellent plant hormone.

Morphological observation showed that the hook of mung bean sprouts is the key to identifying of treatments. It is showed that the key is the method of biological test.

Protein analysis showed that Ethrel and 2,4-D treatments increased the cotent of mung bean sprouts.

Scanning electronic microsopy showed that Ethrel treatment and 2,4-D treatment induced the enlargement of cortex cell of the hypocotyl section.

It is suggested that mung bean sprout treated with 10 ppm of Ethrel should be valuable in the commercial production of mumg bean sprouts, proccided that residue would not be a problem for human health.

1. Contribution No. 842 from the Taiwan Agricultural Research Institute.